



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 354 734** (13) **C2**

(51) МПК  
*C22C 19/07* (2006.01)  
*H01F 1/153* (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007108100/02, 06.03.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.03.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2008

(45) Опубликовано: 10.05.2009 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2009248 C1, 15.03.1992. RU 2190275 C2, 27.09.2002. RU 2187573 C2, 20.08.2002. JP 61-210134 A, 18.09.1986. JP 62-167840 A, 24.07.1987.

Адрес для переписки:

248000, г.Калуга, пл.Старый Торг, 9,  
Калужский ЦНТИ, зав.пат.лиц.отд.  
Л.С.Стригаевой

(72) Автор(ы):

Чернов Виктор Сергеевич (RU),  
Иванов Олег Геннадьевич (RU),  
Пащенко Федор Евгеньевич (RU),  
Онегин Алексей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

ООО "ФЕАЛ-ТЕХНОЛОГИЯ" (RU)

## (54) АМОРФНЫЙ МАГНИТОМЯГКИЙ СПЛАВ НА ОСНОВЕ КОБАЛЬТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано в производстве электромагнитных компонентов и устройств, в частности высокочастотных импульсных трансформаторов типов  $S_o$ ,  $U_{po}$  и  $U_{ko}$ , в системах телекоммуникаций с цифровыми линиями связи ISDN, трансформаторах тока электронных счетчиков электроэнергии, противопожарных датчиках. Техническим результатом изобретения является улучшение магнитных свойств путем оптимального подбора компонентов и регулирования соотношения между ними, при этом

полученный сплав обладает одновременно высокой магнитной проницаемостью и магнитной индукцией при сохранении околонулевой магнитострикции. Сплав содержит, ат. %: Co 58,0-75,0; Fe 1,3-2,0; Mn 0,8-2,0; Ni 5,0-9,0; Cr 0-1,7; Si 4,0-10,0; B 9,0-15,0. Суммарное содержание железа и марганца составляет 2,1-4,0 ат. %, суммарное содержание хрома, кремния и бора составляет 13,0-26,7, соотношение между группами компонентов:  $Fe+Mn/Co+Ni+Fe+Mn$  находится в диапазоне 0,030-0,045, а отношение содержания бора к содержанию кремния - в диапазоне 1,5-2,25. 3 табл.

RU 2 354 734 C2

RU 2 354 734 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*C22C 19/07* (2006.01)  
*H01F 1/153* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2007108100/02, 06.03.2007**(24) Effective date for property rights:  
**06.03.2007**(43) Application published: **20.09.2008**(45) Date of publication: **10.05.2009 Bull. 13**

Mail address:

**248000, g.Kaluga, pl.Staryj Torg, 9, Kaluzhskij  
TsNTI, zav.pat.lits.otd. L.S.Strigaevoj**

(72) Inventor(s):

**Chernov Viktor Sergeevich (RU),  
Ivanov Oleg Gennad'evich (RU),  
Pashchenko Fedor Evgen'evich (RU),  
Onegin Aleksej Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**OOO "FEAL-TEKhnOLOGIJa" (RU)****(54) AMORPHOUS SOFT MAGNETIC ALLOY ON BASIS OF COBALT**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention can be used in manufacturing of electromagnetic components and facilities, particularly, radio-frequency pulse transformers of types  $S_o$ ,  $U_{po}$  and  $U_{ko}$ , in systems of telecommunications with digital circuit ISDN, current transformers of electronic electricity metre, fire-prevention sensors. Alloy contains, wt %: Co 58.0 - 75.0; Fe 1.3 - 2.0; Mn 0.8 - 2.0; Ni 5.0 - 9.0; Cr 0 - 1.7; Si 4.0 - 10.0; B 9.0 - 15.0. Total content of iron and manganese is 2.1 - 4.0 wt %,

total content of chrome, silicon and boron is 13.0 - 26.7, correlation between components groups: Fe+Mn/Co+Ni+Fe+Mn is in the range of 0.030 - 0.045, and relation of boron content to silicon content - in the range 1.5 - 2.25.

EFFECT: magnetic properties improvement by means of optimum components matching and ratio control between them, with received alloy allowing of simultaneously high magnetic conductivity and magnetic induction with keeping of perizero magnetostriction.

3 tbl

Изобретение относится к металлургии и может быть использовано в производстве различных электромагнитных компонентов и устройств, в частности, высокочастотных импульсных трансформаторов, в системах телекоммуникаций с цифровыми линиями связи, трансформаторах тока электронных счетчиков электроэнергии, противопожарных датчиках и т.д.

Известен «Аморфный магнитомягкий сплав на основе кобальта», содержащий кобальт, железо, марганец и аморфизаторы в виде кремния и бора, при этом он содержит компоненты в следующих соотношениях, ат. %:

Кобальт	71-73,5
Железо	2,7-4,7
Марганец	не более 2,3
Хром	не более 1,7
Кремний	12,8-13,3
Бор	8,6...9,2

При следующих соотношениях между ними, ат. %:

$$\text{Fe}+\text{Mn} = 4,5-5,2;$$

$$(\text{Fe}+\text{Mn})/(\text{Co}+\text{Fe}+\text{Mn})=0,059-0,066;$$

$$\text{Cr}+\text{Si}+\text{B}=22-24.$$

Патент РФ №2162899, МКИ С22С 45/04, 19/07, дата публ. 2001.02.10

Известен «Аморфный магнитомягкий сплав на основе кобальта», содержащий кобальт, железо, никель, бор, кремний и хром, при этом он дополнительно содержит церий, иттрий и цирконий при следующем содержании компонентов, ат. %:

Железо	1,8-4
Никель	6,2-8
Бор	8-10
Кремний	10-12
Церий	0,6-1,2
Иттрий	0,2-0,8
Хром	2-3,5
Цирконий	0,5-1,5
Кобальт	Остальное

Патент РФ №2273680, МКИ С22С 45/04, 19/07; H01F 1/153, дата публ. 2006.04.10

Известен «Магнитный сплав на основе кобальта»  $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_{100-a-b-c}\text{M}_a\text{Si}_b\text{B}_c$ , где М - один или несколько компонентов из группы, содержащей Ni, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ru, Ti, Zr, а индексы имеют следующие значения:  $x=0-0,2$ ;  $a=0-20$ ;  $b=5-20$ ;  $c=5-20$ ;  $b+c=5-30$  ат. %, причем более 80% структуры сплава является аморфной.

Патент US №4188211, МКИ С22С 19/00, 1980 г.

Наиболее близким аналогом по составу компонентов к заявляемому изобретению является «Ленточный сердечник для работы в слабых магнитных полях», выполненный из аморфного сплава на основе кобальта, содержащего железо, кремний, бор, один или несколько компонентов из группы, содержащей титан, ванадий, хром, марганец, никель, цирконий, ниобий, молибден, рутений, гафний, тантал, вольфрам, при этом сплав содержит компоненты при следующем соотношении компонентов, ат. %:

Железо	2-5
Кремний	10-19
Бор	9-15



При этом химические компоненты сплава сгруппированы друг с другом в следующих количественных отношениях в атомных %:

5	Fe+Mn	2,1-4,0
	Cr+Si+B	13-26,7
	Fe+Mn/Co+Ni+Fe+Mn	0,030-0,045

Кроме того, с целью повышения индукции  $B_s$  в окобальтовом сплаве с концентрацией кобальта 58-75% отношение содержания бора к содержанию кремния должно быть в пределах 1,5-2,25.

Путем изменения содержания компонентов сплава в указанных пределах при соблюдении предлагаемых соотношений между ними достигается необходимый комплекс свойств. Так, при увеличении концентрации Fe в первой группе от 1,3 до 2,0% (при соответствующем уменьшении концентрации Mn в пределах одной и той же суммы) растет индукция  $B_s$  и уменьшается проницаемость  $\mu'$ , и, наоборот, при увеличении концентрации Mn и соответствующем уменьшении Fe падает индукция и растет проницаемость.

Влияние элементов группы (Cr+Si+B) на указанные свойства сплавов однотипно, поэтому основную роль играет их суммарное содержание в группе. При увеличении суммы этих элементов (при соответствующем уменьшении суммы Co+Fe+Mn+Ni) уменьшается  $B_s$  и увеличивается  $\mu'$ . При уменьшении этой суммы элементов растет индукция и уменьшается проницаемость. При увеличении суммы (Cr+Si+B) более 28% величина  $B_s$  уменьшается ниже требуемых значений (0,52 Тл), а при уменьшении этой суммы менее 13% значение проницаемости  $\mu'$  становится ниже требуемой минимальной величины (1100). Кроме того, при этом уменьшается способность сплава к аморфизации.

Предлагаемое отношение суммы элементов (Fe+Mn) к сумме (Co+Fe+Mn+Ni) обеспечивает получение в сплаве околонулевого значения магнитострикции насыщения  $\lambda_s$ . При увеличении этого отношения выше 0,050 значение  $\lambda_s$  увеличивается и имеет положительный знак, а при уменьшении менее 0,030 величина  $\lambda_s$  также увеличивается и переходит в область отрицательных значений.

Легирование никелем проводится в вариантах сплава с пониженной и средней индукцией (с содержанием кобальта менее 70%) с целью уменьшения магнитострикции, коэрцитивной силы и электромагнитных потерь.

Что касается отношения B/Si для сплава с содержанием Co > 70%, то его увеличение более 2,5 уменьшает склонность сплава к аморфизации и ухудшает технологические свойства, а уменьшение менее 1,5 не приводит к заметному дополнительному росту индукции.

Таким образом, изменяя содержание химических элементов в заданных пределах и группах, а также выдерживая предлагаемые соотношения между ними, можно регулировать магнитные свойства сплава в широком диапазоне и получать необходимый уровень параметров в электромагнитных изделиях различного назначения. При этом можно регулировать не только отмеченные магнитные свойства ( $B_s$ ,  $\mu'$ ,  $\lambda_s$ ), но и другие важные характеристики, в частности, коэрцитивную силу  $H_c$ , температуры Кюри  $T_c$  и кристаллизации  $T_{кр}$ .

Из предлагаемого сплава методом спиннингования с использованием бронзового закалочного диска были изготовлены аморфные ленты толщиной 20 мкм и шириной 4,5 мм. Из этих лент изготовлены контрольные образцы, на которых после

термообработки в магнитном поле измеряли индукцию  $B_s$ , относительную магнитную проницаемость  $\mu'$  при частоте 10 кГц, коэрцитивную силу  $H_c$ , температуры Кюри  $T_c$  и кристаллизации  $T_{кр.}$ , магнитострикцию насыщения  $\lambda_s$ .

5 Предлагаемый состав сплава может найти широкое применение в производстве различных электромагнитных компонентов и устройств, в частности, высокочастотных импульсных трансформаторов типов  $S_o$ ,  $U_{po}$  и  $U_{ko}$  в системах телекоммуникаций с цифровыми линиями связи ISDN, трансформаторах тока  
10 электронных счетчиков электроэнергии, противокражных датчиках.

Таблица 1

Примеры химических композиций сплава по изобретению.

№ п/п	Химический состав сплава (ат.%)	Co	Fe+Mn	Cr+Si+B	Fe+Mn/Co+Ni+Fe+Mn	B/Si
15	1. $Co_{58,8} Ni_{8,5} Fe_{4,2} Mn_{0,8} Cr_{1,4} Si_{12,8} B_{13,5}$	58,8	4,5	26,7	0,039	-
2.	$Co_{59,4} Ni_{8,5} Fe_4 Mn_{1,1} Cr_{1,4} Si_{12,6} B_{13}$	59,4	4,1	27,0	0,04	-
3.	$Co_{65,3} Ni_{2,8} Fe_{3,2} Mn_2 Cr_{1,5} Si_{12,1} B_{13,1}$	65,3	4,1	26,7	0,041	-
4.	$Co_{70,7} Fe_{2,9} Mn_{2,2} Cr_{0,8} Si_{7,2} B_{16,2}$	70,7	4,0	26,2	0,045	2,25
5.	$Co_{71,7} Fe_{2,9} Mn_{2,2} Cr_{0,8} Si_{8,4} B_{14}$	71,7	3,9	25,2	0,036	1,67
6.	$Co_{71,7} Fe_{2,9} Mn_{2,2} Cr_{0,8} Si_6 B_{16,4}$	71,7	4,0	23,2	0,042	2,23
7.	$Co_{74} Fe_{3,3} Mn_2 Cr_{0,7} Si_{7,5} B_{12,5}$	74	4,0	20,7	0,037	1,67
20	8. $Co_{74} Fe_{3,3} Mn_2 Cr_{0,7} Si_5 B_{15}$	74	4,0	20,7	0,041	2,15

Таблица 2

Магнитные свойства композиций из табл.1.

№ п/п	$B_s$ , Тл	$\mu'$	$H_c$ , А/м	$T_c$ , °C	$T_{кр.}$ , °C
1.	0,54	110000	0,16	190	530
2.	0,60	67000	0,24	230	520
3.	0,67	48000	0,24	265	510
4.	0,85	3000	0,96	380	485
5.	0,90	1900	2,00	430	470
30	6.	0,92	2000	430	470
7.	0,96	1330	3,20	> $T_{кр.}$	440
8.	1,00	1350	3,20	> $T_{кр.}$	440

Таблица 3

Влияние соотношения Fe+Mn / Co+Ni+Fe+Mn на магнитострикцию  $\lambda_s$

№ п/п	Химический состав сплава, ат.%	Fe+Mn/Co+Ni+Fe+Mn	$\lambda_s$
1.	$Co_{72} Fe_{2,8} Mn_{1,6} Cr_{0,8} Si_{13,5} B_{9,3}$	0,058	$-2 \cdot 10^{-6}$
2.	$Co_{74,5} Fe_2 Mn_3 Cr_{0,5} Si_5 B_{15}$	0,063	$-0,1 \cdot 10^{-6}$
3.	$Co_{74} Fe_{3,3} Mn_2 Cr_{0,7} Si_5 B_{15}$	0,067	$+0,02 \cdot 10^{-6}$
40	4. $Co_{59,4} Ni_{8,5} Fe_4 Mn_{1,1} Cr_{1,4} Si_{12,6} B_{13}$	0,070	$-0,1 \cdot 10^{-6}$
5.	$Co_{65,3} Ni_{2,8} Fe_{3,2} Mn_2 Cr_{1,5} Si_{12,1} B_{13,1}$	0,071	$+0,2 \cdot 10^{-6}$
6.	$Co_{74,2} Fe_{3,4} Mn_{2,4} Si_5 B_{15}$	0,073	$+1,5 \cdot 10^{-6}$

### Формула изобретения

Аморфный магнитомягкий сплав на основе кобальта, содержащий кобальт, железо, марганец, никель, хром, кремний и бор, отличающийся тем, что он содержит компоненты в следующих количествах, ат. %:

Co 58,0-75,0  
Fe 1,3-2,0  
Mn 0,8-2,0  
Ni 5,0-9,0

Cr 0-1,7

Si 4,0-10,0

B 9,0-15,0

5        причем суммарное содержание железа и марганца составляет 2,1-4,0 ат.%,  
суммарное содержание хрома, кремния и бора составляет 13,0-26,7, соотношения  
между группами компонентов: Fe+Mn/Co+Ni+Fe+Mn находится в диапазоне 0,030-  
0,045, а отношение содержания бора к содержанию кремния - в диапазоне 1,5-2,25.

10

15

20

25

30

35

40

45

50